

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-055350

(43)Date of publication of application : 20.02.2002

(51)Int.Cl.

G02F 1/1339

G02B 5/20

G02F 1/1335

G09F 9/30

(21)Application number : 2000-316698

(71)Applicant : TENMO KODEN KOFUN YUGENKOSHI

(22)Date of filing : 17.10.2000

(72)Inventor : KO TOGEN

GO SHIEI

CHIN DOICHI

(30)Priority

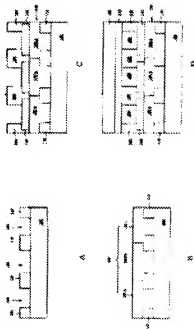
Priority number : 2000 89115544 Priority date : 02.08.2000 Priority country : TW

## (54) STRUCTURE OF LIQUID CRYSTAL DISPLAY AND METHOD FOR FORMING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a structure of a liquid crystal display(LCD) and to provide a method for forming it.

SOLUTION: A black matrix layer and a color filter layer 130 of an LCD are transferred from a color filter substrate to a TFT substrate to form a color filter on a TFT (COT) structure. And an aperture ratio can be maximized by disposing a spacer constituted of photoresist or color photoresist on each part of the area covered by the black matrix layer 110.



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-55350

(P2002-55350A)

(43) 公開日 平成14年2月20日 (2002.2.20)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F i	チーコード (参考)
G 0 2 F 1/1339	5 0 0	G 0 2 F 1/1339	5 0 0 2 H 0 4 8
G 0 2 B 5/20	1 0 1	G 0 2 B 5/20	1 0 1 2 H 0 8 9
G 0 2 F 1/1335	5 0 0	G 0 2 F 1/1335	5 0 0 2 H 0 9 1
G 0 9 F 9/30	3 4 9	G 0 9 F 9/30	3 4 9 B 5 C 0 9 4

審査請求 有 請求項の数63 O L 外国語出題 (全 53 頁)

(21) 出願番号 特願2000-316698(P2000-316698)

(71) 出願人 500482142

(22) 出願日 平成12年10月17日 (2000.10.17)

展茂光電股▲ふん▼有限公司

台湾新竹市建華街2號4樓

(31) 優先権主張番号 8 9 1 1 5 5 4 4

(72) 発明者 ▲黄▼ 米元

台湾中▲歴▼市大仁五街35號7樓

(32) 優先日 平成12年8月2日 (2000.8.2)

(72) 発明者 ▲呉▼ 志榮

台湾屏東市勝利路196之2號

(33) 優先権主張国 台湾 (TW)

(72) 発明者 陳 道一

台湾南投市中興路302巷26號

(74) 代理人 100094318

弁理士 山田 行一 (外1名)

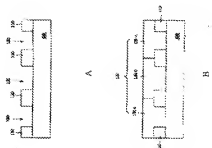
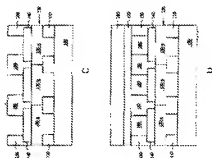
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶ディスプレイの構造と、それを形成する方法

(57) 【要約】

【課題】 液晶ディスプレイ (LCD) 構造と、それを形成する方法、

【解決手段】 LCDのブラック・マトリックス層とカラー・フィルタ層 (130) をカラー・フィルタ基板から TFT 基板に移して TFT (COT) 構造上にカラー・フィルタを形成する。その上、ホトレジスト又はカラー・ホトレジストで構成するスペーサはブラック・マトリックス層 (110) によって被覆したエリアの各部上に配して開口比を最大にすることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項１】 液晶ディスプレイであって、

制御回路を上面に備えた第一基板上にあるブラック・マトリックス層と、前記第一基板を露出させるため前記ブラック・マトリックス層に設けた複数の開口部と、

前記ブラック・マトリックス層上にあって、それぞれ各前記開口部に整列した複数のカラー・フィルタ・シートで構成するカラー・フィルタ層と、

前記カラー・フィルタ・シート上にあって、それぞれ各前記カラー・フィルタ・シートに整列した複数のピクセル電極で構成するピクセル電極層と、

前記ピクセル電極層上にあって、前記ブラック・マトリックス層によって被覆したエリアの一部上に配した複数のホトレジスト・スペーサと、

前記ピクセル電極層上にあって、前記ホトレジスト・スペーサ間の空間を満たす液晶層と、  
前記液晶層と前記ホトレジスト・スペーサ上にある共通電極と、

前記共通電極上にある第二基板と、を含む液晶ディスプレイ。

【請求項２】 前記カラー・フィルタ・シートのカラーが赤、緑又は青である請求項１に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項３】 前記ピクセル電極の材料が酸化インジウム錫を含む請求項１に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項４】 前記共通電極の材料が酸化インジウム錫を含む請求項１に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項５】 前記ホトレジスト・スペーサの硬度が約 $2\text{H} \sim 4\text{H}$ の範囲にある請求項１に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項６】 前記ホトレジスト・スペーサの高さが約 $1 \sim 10\text{ }\mu\text{m}$ の範囲にある請求項１に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項７】 前記ホトレジスト・スペーサの材料がアクリル樹脂を含む請求項１に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項８】 前記ホトレジスト・スペーサの材料がエポキシ樹脂を含む請求項１に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項９】 液晶ディスプレイを形成する方法であって、前記方法が制御回路を上面に備えた第一基板上にブラック・マトリックス層を形成するステップと、  
前記第一基板を露出させるため、前記ブラック・マトリックス層に複数の開口部を形成するステップと、  
前記ブラック・マトリックス層上にカラー・フィルタ層を形成するステップと、  
それぞれ前記開口部の各々に整列するよう前記カラー・フィルタ層上に複数のピクセル電極を形成するステップと、  
前記ブラック・マトリックス層によって被覆したエリアの部分上に配されるよう前記第一基板上に複数のホトレジスト・スペーサを形成するステップと、

前記第一基板と、共通電極を上面に備えた第二基板を相互間に前記ホトレジスト・スペーサと前記共通電極を介在させて平行に組み立てるステップと、

前記第一基板と、前記第二基板との間に液晶層を形成するステップとを含む方法。

【請求項１０】 前記ホトレジスト・スペーサを形成する方法が

前記ピクセル電極を被覆するホトレジスト層を形成するステップと、

前記ホトレジスト・スペーサを形成するように前記ホトレジスト層をパターン形状にするステップとを含む請求項９に記載の方法。

【請求項１１】 パターン形状にする前記方法が露光・現像ステップを含む請求項１０に記載の方法。

【請求項１２】 パターン形状にする前記方法が露光・エッチングステップを含む請求項１０に記載の方法。

【請求項１３】 前記ホトレジスト・スペーサの形成に使用する材料の硬度が約 $2\text{H} \sim 4\text{H}$ の範囲にある請求項９に記載の方法。

【請求項１４】 前記ホトレジスト・スペーサの高さが約 $1 \sim 10\text{ }\mu\text{m}$ の範囲にある請求項９に記載の方法。

【請求項１５】 前記ホトレジスト・スペーサの形成に使用する材料がアクリル樹脂である請求項９に記載の方法。

【請求項１６】 前記ホトレジスト・スペーサの形成に使用する材料がエポキシ樹脂である請求項９に記載の方法。

【請求項１７】 液晶ディスプレイを形成する方法であって、前記方法が制御回路を上面に備えた第一基板上にブラック・マトリックス層を形成するステップと、

前記第一基板を露出させるため前記ブラック・マトリックス層に複数の開口部を形成するステップと、  
前記ブラック・マトリックス層上にカラー・フィルタ層を形成するステップと、

前記開口部の各々にそれぞれ整列するよう前記カラー・フィルタ層上に複数のピクセル電極を形成するステップと、  
共通電極を上面に備えた第二基板上に複数のホトレジスト・スペーサを形成するステップと、

前記第一基板と前記第二基板を相互間に前記ホトレジスト・スペーサと前記ピクセル電極を介在させて平行に組み立てるステップと、  
前記第一基板と前記第二基板との間に液晶層を形成するステップとを含む方法。

【請求項１８】 前記ホトレジスト・スペーサを形成する方法が前記共通電極を被覆するホトレジスト層を形成するステップと、  
前記ホトレジスト・スペーサを形成するよう前記ホトレジスト層をパターン形状にするステップとを含む請求項１７に記載の方法。

【請求項 19】 パターン形状する前記方法が露光－現像ステップを含む請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】 パターン形状にする前記方法が露光－エッチングステップを含む請求項 18 に記載の方法。

【請求項 21】 前記ホトレジスト・スペーサの形成に使用する材料の硬度が約 2H～4H の範囲にある請求項 17 に記載の方法。

【請求項 22】 前記ホトレジスト・スペーサの高さが約 1～10  $\mu\text{m}$  の範囲にある請求項 17 に記載の方法。

【請求項 23】 前記ホトレジスト・スペーサの形成に使用する材料がアクリル樹脂を含む請求項 17 に記載の方法。

【請求項 24】 前記ホトレジスト・スペーサの形成に使用する材料がエポキシ樹脂である請求項 17 に記載の方法。

【請求項 25】 液晶ディスプレイであって、制御回路を上面に備えた第一基板と、前記第一基板上に設けたブラック・マトリクス層と、それに配した複数の開口部と、

前記ブラック・マトリクス層上にあって、各前記開口部にそれぞれ整列した複数のカラー・フィルタ・シートを含むカラー・フィルタ層と、

前記カラー・フィルタ層上にあって、前記ブラック・マトリクス層によって被覆したエリアの一部上に配される複数のホトレジスト・スペーサと、

それぞれ前記カラー・フィルタ・シートの各々の上面にあって、高さが前記ホトレジスト・スペーサの高さより低い複数のビクセル電極と、

前記ビクセル電極上にあって、前記ホトレジスト・スペーサ間の空間を満たす液晶層と、

前記液晶層と前記ホトレジスト・スペーサにある共通電極と、

前記共通電極上にある第二基板とを含む液晶ディスプレイ。

【請求項 26】 カラー・フィルタ・シートのカラーが赤、緑又は青である請求項 25 に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項 27】 前記ビクセル電極の材料が酸化インジウム錫を含む請求項 25 に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項 28】 前記共通電極の材料が酸化インジウム錫を含む請求項 25 に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項 29】 前記ホトレジスト・スペーサの形成に使用する材料の硬度が約 2H～4H の範囲にある請求項 25 に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項 30】 前記ホトレジスト・スペーサの高さが約 1～10  $\mu\text{m}$  の範囲にある請求項 25 に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項 31】 前記ホトレジスト・スペーサの材料がアクリル樹脂を含む請求項 25 に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項 32】 前記ホトレジスト・スペーサの材料がエポキシ樹脂を含む請求項 25 に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項 33】 前記ホトレジスト・スペーサがカラー・ホトレジスト・スペーサを含む請求項 25 に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項 34】 前記ホトレジスト・スペーサが複数の積み重ねたカラー・ホトレジスト層で構成する請求項 25 に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項 35】 液晶ディスプレイを形成する方法であって、制御回路を上面に備えた第一基板上にブラック・マトリクス層を形成するステップと、

前記第一基板を露出させるための前記ブラック・マトリクス層に複数の開口部を形成するステップと、

前記ブラック・マトリクス層上にカラー・フィルタ層を形成するステップと、

前記ブラック・マトリクス層によって被覆したエリアの一部上に複数のホトレジスト・スペーサを形成するステップと、

前記開口部の各々にそれぞれ整列するよう前記カラー・フィルタ層上に複数のビクセル電極を形成するステップと、

前記第一基板と、共通電極を上面に備えた第二基板を相互間に前記ホトレジスト・スペーサと前記共通電極を介在させて平行に組み立てるステップと、

前記第一基板と前記第二基板との間に液晶層を形成するステップとを含む方法。

【請求項 36】 前記ホトレジスト・スペーサを形成する方法が前記カラー・フィルタ層を被覆するホトレジスト層を形成するステップと、

前記ホトレジスト・スペーサを形成するよう前記ホトレジスト層をパターン形状にするステップとを含む請求項 35 に記載の方法。

【請求項 37】 パターン形状にする前記方法が露光－現像ステップを含む請求項 36 に記載の方法。

【請求項 38】 パターン形状にする前記方法が露光－エッチングステップを含む請求項 36 に記載の方法。

【請求項 39】 前記ホトレジスト・スペーサの形成に使用する材料の硬度が約 2H～4H の範囲にある請求項 35 に記載の方法。

【請求項 40】 前記ホトレジスト・スペーサの高さが約 1～10  $\mu\text{m}$  の範囲にある請求項 35 に記載の方法。

【請求項 41】 前記ビクセル電極を形成する方法が前記カラー・フィルタ層と前記ホトレジスト・スペーサ上に透明導電層を形成するステップと、

前記ホトレジスト・スペーサ上にある前記透明導電層の各部を除去するステップとを含む請求項 35 に記載の方法。

【請求項 42】 除去する前記方法がホトリソグラフィ－エッチングステップを含む請求項 41 に記載の方法。

【請求項43】 液晶ディスプレイを形成する方法であって、

制御回路を上面に備えた第一基板上にブラック・マトリックス層を形成するステップと、

前記第一基板を露出させるため前記ブラック・マトリックス層に複数の第一、第二、第三開口部を形成するステップと、

前記第一基板上に第一カラー・ホトレジスト層を形成するステップと、

前記第一開口部の各々にそれぞれ整列した複数の第一フィルタ・シートと、前記ブラック・マトリックス層によって被覆したエリヤの部分上に配される複数の第一スペーサとを形成するよう前記第一カラー・ホトレジスト層をパターン形状にするステップと、

前記第一基板上に第二カラー・ホトレジスト層を形成するステップと、

前記第二開口部の各々にそれぞれ整列した複数の第二フィルタ・シートと、前記第一スペーサ上にそれぞれ積み重ねる複数の第二スペーサとを形成するよう前記第二カラー・ホトレジスト層をパターン形状にするステップと、

前記第一基板上に第三カラー・ホトレジスト層を形成するステップと、

前記第三開口部の各々にそれぞれ整列した複数の第三フィルタ・シートと、前記第二スペーサ上にそれぞれ積み重ねる複数の第三スペーサとを形成するよう前記第三カラー・ホトレジスト層をパターン形状にするステップと、

前記第一、第二、第三フィルタ・シート上にそれぞれ複数のピクセル電極を形成するステップと、

前記第一基板と、共通電極を上面に備えた第二基板を相互間に前記ホトレジスト・スペーサと前記共通電極を介在させて平行に組み立てるステップと、

前記第一基板と前記第二基板との間に液晶層を形成するステップとを含む方法。

【請求項44】 前記ピクセル電極を形成する方法が前記第一、前記第二、前記第三フィルタ・シートと、前記第三スペーサ上に透明導電層を形成するステップと、前記第三スペーサ上にある前記透明導電層の各部を除去するステップとを含む請求項43に記載の方法。

【請求項45】 除去する前記方法がホトリソグラフィ・エッチングステップを含む請求項44に記載の方法。

【請求項46】 液晶ディスプレイであって、制御回路を上面に備えた第一基板上に、前記第一、第二、第三開口部を形成するステップと、前記第一基板上に第一カラー・ホトレジスト層を形成するステップと、前記第一開口部の各々にそれぞれ整列した複数の第一フィルタ・シートと、前記ブラック・マトリックス層によって被覆したエリヤの部分上に配される複数の第一スペーサとを形成するよう前記第一カラー・ホトレジスト層をパターン形状にするステップと、前記第一基板上に第二カラー・ホトレジスト層を形成するステップと、前記第二開口部の各々にそれぞれ整列した複数の第二フィルタ・シートと、前記第一スペーサ上にそれぞれ積み重ねる複数の第二スペーサとを形成するよう前記第二カラー・ホトレジスト層をパターン形状にするステップと、前記第一基板上に第三カラー・ホトレジスト層を形成するステップと、前記第三開口部の各々にそれぞれ整列した複数の第三フィルタ・シートと、前記第二スペーサ上にそれぞれ積み重ねる複数の第三スペーサとを形成するよう前記第三カラー・ホトレジスト層をパターン形状にするステップと、前記第一、第二、第三フィルタ・シート上にそれぞれ複数のピクセル電極を形成するステップと、前記第一基板と、共通電極を上面に備えた第二基板を相互間に前記ホトレジスト・スペーサと前記共通電極を介在させて平行に組み立てるステップと、前記第一基板と前記第二基板との間に液晶層を形成するステップとを含む方法。

【請求項47】 前記ホトレジスト・スペーサを形成する方法が

前記ブラック・マトリックス層の各部分にある複数のホトレジスト・スペーサと、

前記ピクセル電極と前記ブラック・マトリックス層上にあって、前記ホトレジスト・スペーサ間の空間を満たす液晶層と、

前記液晶層と前記ホトレジスト・スペーサ上にある共通電極と、

前記共通電極上の第二基板とを含む液晶ディスプレイ。

【請求項48】 カラー・フィルタ・シートのカラーが赤、緑又は青である請求項46に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項49】 前記ピクセル電極の材料が酸化インジウム錫を含む請求項46に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項50】 前記ホトレジスト・スペーサの硬度が約2H～4Hの範囲にある請求項46に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項51】 前記ホトレジスト・スペーサの高さが約1～10μmの範囲にある請求項46に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項52】 前記ホトレジスト・スペーサの材料がアクリル樹脂を含む請求項46に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項53】 前記ホトレジスト・スペーサの材料がエポキシ樹脂を含む請求項46に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項54】 前記ブラック・マトリックス層の高さが約0.1～6mmの範囲にある請求項46に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項55】 液晶ディスプレイを形成する方法であって、

制御回路を上面に備えた第一基板上に複数のカラー・フィルタ・シートで構成するカラー・フィルタ層を形成するステップと、

前記カラー・フィルタ・シートの各々にそれぞれ整列した複数のピクセル電極を前記カラー・フィルタ・シート上に形成するステップと、

前記ピクセル電極の周囲に配されるブラック・マトリックス層を前記ピクセル電極上に形成するステップと、共通電極を上面に備えた第二基板上に複数のホトレジスト・スペーサを形成するステップと、

前記第一基板と前記第二基板を相互間に前記ホトレジスト・スペーサと前記ブラック・マトリックス層を互いに整列して介在させ平行に組み立てるステップと、

前記第一基板と前記第二基板との間に液晶層を形成するステップとを含む方法。

【請求項56】 前記ホトレジスト・スペーサを形成する方法が

前記共通電極を被覆するホトレジスト層を形成するステ

ツブと、

前記ホトレジスト・スペーサを形成するよう前記ホトレジスト層をパターン形状にするステップとを含む請求項5に記載の方法。

【請求項57】 パターン形状にする前記方法が露光・現像ステップを含む請求項56に記載の方法。

【請求項58】 パターン形状にする前記方法が露光・エッチングステップを含む請求項56に記載の方法。

【請求項59】 前記ホトレジスト・スペーサの形成に使用する材料の硬度が約2H〜4Hの範囲にある請求項55に記載の方法。

【請求項60】 前記ホトレジスト・スペーサの高さが約1〜10 $\mu$ mの範囲にある請求項55に記載の方法。

【請求項61】 前記ホトレジスト・スペーサの形成に使用する材料がアクリル樹脂を含む請求項55に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項62】 前記ホトレジスト・スペーサの形成に使用する材料がエポキシ樹脂を含む請求項55に記載の液晶ディスプレイ。

【請求項63】 前記ブラック・マトリックス層の高さが約0.1〜6 $\mu$ mの範囲にある請求項55に記載の液晶ディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は液晶ディスプレイ（LCD）構造と、それを形成する方法に関する。特に、本発明はブラック・マトリックスとカラー・フィルタを統合して上面に制御回路を備えた基板を完成させるLCD構造と、それを形成する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 液晶ディスプレイ（LCD）には高画質、小容積占有、軽量、低電圧駆動、低消費電力などの、他の従来のディスプレイに優る多くの利点がある。それ故、LCDは小型携帯テレビジョン、移動電話機、録画ユニット、ノート型コンピュータ、デスクトップ・モニタ、投影機型テレビジョン等に広く用いられている。LCDは従来は主流のディスプレイ・ユニットとして従来の陰極線管（CRT）に取って代わっている。

【0003】 LCDの主要部分は二枚の平行、透明な基板と、その間に密封した液晶で構成す液晶（LC）ユニット（統合体）である。LCDの主流は薄膜トランジスタ（TFT）LCDである。TFTはLCDの製造工程は四つの部分、即ちTFTアレー工程と、カラー・フィルタ・CF工程と、LCセル・アッセンブリ工程と、液晶モジュール（LCM）工程に分割できる。

【0004】 TFTアレー工程はTFT基板の製造に適用する。それぞれのTFTは一つのパixel電極に整列する。CF工程はカラー・フィルタ基板の製造に用いる。異なるカラー・フィルタ・シートで構成するカラー・フィルタ層はカラー・フィルタ基板にあり、ブラッ

ク・マトリックス層は各カラー・フィルタ・シートを取り囲む。

【0005】 LCセル・アッセンブリ工程はTFT基板とCF基板を平行に組み付けるのに使用され、ビード・スペーサが相互間に並置してTFT基板とCF基板との間に固定距離を、即ちセル・ギャップを維持する。LCはセル・ギャップの内部に注入し、次いで、注入開口部は密封される。基本的に、各ピクセル電極はそれぞれ一枚のカラー・フィルタ・シートに対応し、ブラック・マトリックス層は各TFTと、異なるTFT部を接続する金属線路を被覆する。

【0006】 LCM工程はポラライザ（偏光子）をパネルに取り付け、ドライバICとパネル回路を電気的に接続するために適用する。次いで、リフレクタ（反射器）と背面発光体（バック・ライト）をパネル上に組み立てる。バーニン・ステップの後、LCM工程は終了する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 一般的に、TFTによって制御される各液晶分子軸の方向は各ピクセルの光を透過するか、しないかを決定する。各ピクセルのカラーはカラー・フィルタ・シートのカラール・カラーによって決まる。例えば、光が赤のカラー・フィルタ・シートを透過すると、赤い点がパネルに提示される。赤色、緑色、青色をミキシングすることにより全色画像を提示できる。

【0008】 ピクセル電極とカラー・フィルタ・シートとの間にある液晶分子の分子軸は正確に制御せねばならぬため、カラー・フィルタ層とTFT基板は正確に整列をしなければならぬ。整列の許容誤差は僅かに数ミクロンの範囲内である。

【0009】 カラー・フィルタ基板とTFT基板の係合数は異なるため、ピクセル電極とカラー・フィルタ・シートとの正確な整列は達成が難しい。この問題によって製品歩留まりの低下と製造コストの上昇が生じる。基板のサイズが大きくなるにつれて、この問題は深刻になる。従って、パネル上に光漏れとコイン・ムラが発生する。しかし、整列精度を強化するためのブラック・マトリックス層のサイズを拡大すると、LCDのカラー・コントラストと輝度が減少する。

【0010】 他の問題はビード・スペーサのランダム分布である。ビード・スペーサはピクセル・エリアの若干部分を遮断することがある。従って、LCDの開口比が減少する。ピクセル・エリアがより小さいとき、あるいは高解像度パネルの場合、その問題は一層深刻になる。

【0011】

【課題を解決するための手段】 本発明の目的はブラック・マトリックス層とカラー・フィルタ層の双方を制御回路基板上に配し、各ピクセル電極をカラー・フィルタ層上に配してカラー・フィルタ層と各ピクセル電極との整列精度を強化する構成の液晶ディスプレイ構造を提供す

ることである。その上、液晶ディスプレイの輝度とカラー・コントラストを増強するため、ホトレジスト・スペーサが従来のビード・スペーサの代わりに使用される。

【0012】液晶ディスプレイ構造は制御回路を上面に備える第一基板から成り、その上部にはブラック・マトリックス層と、カラー・フィルタ層と、ピクセル電極層と、複数のホトレジスト・スペーサと、液晶層と、共通電極と、第二基板が順々に配される。

【0013】複数の開口部をブラック・マトリックス層に設け第一基板を露出させる。カラー・フィルタ層は各開口部に整列した複数のカラー・フィルタ・シートで構成する。各ピクセル電極は各カラー・フィルタ・シートに整列する。ホトレジスト・スペーサはブラック・マトリックスによって被覆した各エリヤの部分上に配され、その硬度は約2H～4Hの範囲にあることが好ましく、その高さは約1～10 $\mu$ mの範囲にあることが好ましい。ホトレジスト・スペーサは同様に多層のカラー・ホトレジストでも構成できる。

【0014】本発明の他の目的はカラー・フィルタ・シートとピクセル電極との間の整列精度を強化するための液晶ディスプレイを形成する方法を提供することであり、従来のビード・スペーサの代わりにホトレジスト・スペーサが使用される。

【0015】それに対応して、一実施例にあってはブラック・マトリックス層が制御回路を上面に備えた第一基板上に形成される。第一基板を露出するため、複数の開口部がブラック・マトリックス層には形成されている。カラー・フィルタ層はブラック・マトリックス層上に形成される。複数のピクセル電極はカラー・フィルタ層上に形成され、各々の開口部に整列される。複数のホトレジスト・スペーサがブラック・マトリックスによって被覆された各エリヤの部分に配されるよう第一基板上に形成される。第一基板と、共通電極を上面に備えた第二基板は平行に組み付けられ、第一基板と第二基板相互間にはホトレジスト・スペーサと共通電極が介在する。液晶層は第一基板と第二基板との間に形成する。ホトレジスト・スペーサを形成するステップとピクセル電極のステップの順序は取り替えることができる。

【0016】他の実施例において、ブラック・マトリックス層は制御回路を上面に備えた第一基板上に形成する。複数の開口部をブラック・マトリックス層に形成し第一基板を露出させる。カラー・フィルタ層はブラック・マトリックス層上に形成する。開口部の各々に整列するよう複数のピクセル電極をカラー・フィルタ層上に形成する。共通電極を上面に備えた第二基板上に複数のホトレジスト・スペーサを形成する。第一基板と第二基板は平行に組み付けられ、第一基板と第二基板との間にはホトレジスト・スペーサとピクセル電極が介在する。液晶層は第一基板と第二基板との間に形成する。

【0017】本発明の要なる目的は多層のカラー・ホ

トレジストを組み重ねてホトレジスト・スペーサを形成する液晶ディスプレイを形成する方法を提供することである。

【0018】この実施例にあって、ブラック・マトリックス層は制御回路を上面に備えた第一基板上に形成する。複数の第一、第二、第三開口部をブラック・マトリックス層に形成して第一基板を露出させる。第一カラー・ホトレジストを第一基板上に形成する。その第一カラー・ホトレジストは第一開口部の各々に整列した複数の第一フィルタ・シートと、ブラック・マトリックスによって被覆した各エリヤの一部上に配される複数の第一スペーサとを形成するパターン形状にする。第二カラー・ホトレジストを第一基板上に形成する。その第二カラー・ホトレジストは第二開口部の各々に整列した複数の第二フィルタ・シートと、第一スペーサと重なり合う複数の第二スペーサとを形成するパターン形状にする。第三カラー・ホトレジストを第一基板上に形成する。その第三カラー・ホトレジストは第三開口部の各々に整列した複数の第三フィルタ・シートと、第二スペーサと重なり合う複数の第三スペーサとを形成するパターン形状にする。第一、第二、第三フィルタ・シート上にそれぞれ複数のピクセル電極を形成する。第一基板と、共通電極を上面に備えた第二基板は平行に組み付けられ、第一基板と第二基板との間にはホトレジスト・スペーサと共通電極が介在する。液晶層は第一基板と第二基板との間に形成する。

【0019】本明細書に実施内容が記載され、幅広く説明されているように、本発明は液晶ディスプレイ構造と、それを形成する方法を提供するが、ブラック・マトリックス層とカラー・フィルタ層はカラー・フィルタ基板から制御回路基板上に移動されている。整列精度は殆どがホトリソグラフィによって支配されるため、整列精度はミクロン以下まで大幅に縮小することができる。更に、ホトレジスト・スペーサはブラック・マトリックスによって被覆された各エリヤの部分に配され、液晶ディスプレイの輝度とカラー・コントラストを大いに増強することができる。その上、スペーサの形成にもカラー・ホトレジストを使用し、製造コストを大幅に低減でき、製品歩留まりを大幅に向上できる。

【0020】前文に述べた一般的な説明と以下の詳細な解説は共に例証的なものであり、請求項の記載では本発明について一層の説明を加えることを意図したものであることを理解する必要がある。

【0021】

【発明の実施の形態】本発明を一層理解するための付属図面は本明細書に含めて採用し、かつ本明細書の一部を構成する。図面は本発明の各実施例を解説し、解説の他に本発明の原理を説明する役割を果たす。

【0022】実施例1

図1A～図1Dは本発明の好ましい第一実施例に従い繪

膜トランジスタ液晶ディスプレイを形成する製造工程を概略的に解説する断面図である。

【0023】図1Aにあって、ブラック・マトリックス層110はTFT回路を上面に備えた第一基板100上に形成する。ブラック・マトリックス層110はTFT各部とTFT回路の金属線路を被覆するパターン形状にし、その層に開口部120を形成する。各開口部120は1ピクセルに対応する。ブラック・マトリックス層110はクロミウム/酸化クロミウム、オキシ樹脂又はブラック樹脂のような材料である。ブラック・マトリックス層110は物理的な堆積又はパターン形状化が後続するコーティングのような方法によって形成する。

【0024】図1Bにあって、カラー・フィルタ層130はブラック・マトリックス層110上に形成する。カラー・フィルタ層130は様々なカラーのカラー・フィルタ・シート130a、130b、130cで構成する。各カラー・フィルタ・シート130a、130b、130cは隣り合うピクセル相互間のカラー・コントラストを増強するため開口部120に整列する。

【0025】図1Cにあって、ピクセル電極140はそれぞれ各開口部120に整列するように形成する。ピクセル電極140は透明である。例えば、ピクセル電極140の材料は酸化インジウム錫(ITO)である。例えば、透明導電層をスパッタリング形成した後ホトリソグラフィを適用することでピクセル電極140が形成される。

【0026】ホトレジスト層はピクセル電極140を被覆するよう形成する。ホトレジスト層はブラック・マトリックス110の部分上にスペーサ150が形成されるようなパターン形状にして開口部を最大にする。セル・ギャップを一定値に維持するには、スペーサ150の高さは1~10 $\mu$ mの範囲にあることが好ましく、スペーサ150の硬度は2H~4Hの範囲にあることが好ましい。ホトレジスト層の材料は例えばJSR社から販売されているOPTMER NN 500又はOPTMER NN 700のようなアクリル樹脂又はエポキシ樹脂である。例えば、パターン形状化の方法はホトリソグラフィ即ちエッチングが後続して行われる露光処理を含む。

【0027】図1Dにあって、共通電極170は第二基板180上に形成する。第二基板180の材料は例えばガラス又は石英である。共通電極170は透明であり、共通電極170の材料は例えば酸化インジウム錫である。共通電極170の形成方法は例えばエッチングが後続して行われるスパッタリング方式である。

【0028】第一基板100と第二基板180は平行に組み立て、相互間に共通電極170とスペーサ150を配する。第一基板100と第二基板180との間のセル・ギャップの側面は密封し、液晶注入のための開口部(図1Dには示さず)は密封せずに保留しておく。

【0029】液晶を側面開口部からセル・ギャップ内に

注入して液晶層160を形成する。その開口部は密封する。TFT-LCDを製造する工程が完了する。

【0030】前文で説明した実施例1に従い、ブラック・マトリックス層とカラー・フィルタ層はTFT基板上に移してTFT(COT)構造上にカラー・フィルタを形成する。総ての正確な整列がTFT基板上で行われるため、第一基板と第二基板を組み付けるとき、整列が行われぬことに斟酌する必要はない。従って、COT構造は製品歩留まりを大幅に増大することができるが、更に、その構造は第四世代又はそれ以上の世代の製造技法に適用できる。

【0031】その上、スペーサはホトレジストで構成され、それ故にスペーサの位置をブラック・マトリックス層上に限定してLCDの開口部を拡大し、このようにして、LCDの輝度とカラー・コントラストを増強することができる。

#### 【0032】実施例2

図2A~図2Dは本発明の好ましい第二実施例に従い薄膜トランジスタ液晶ディスプレイを形成する製造工程を概略的に解説する断面図である。

【0033】図2Aにあって、ブラック・マトリックス層210はTFT回路を上面に備えた第一基板200上に形成される。ブラック・マトリックス層210は各TFTとTFT回路の金属線路を被覆するパターン形状にし、その層に開口部220を形成する。各開口部220は1ピクセルに対応する。ブラック・マトリックス層210はクロミウム/酸化クロミウム、オキシ樹脂又はブラック樹脂のような材料である。ブラック・マトリックス層210は物理的な堆積又はパターン形状化が後続するコーティングのような方法によって形成する。

【0034】図2Bにあって、カラー・フィルタ層230はブラック・マトリックス層210上に形成する。カラー・フィルタ層230は全カラーLCDのための赤、緑、青のような各種のカラーのカラー・フィルタ・シート230a、230b、230cで構成する。各カラー・フィルタ・シート230a、230b、230cは隣り合うピクセル相互間のカラー・コントラストを増強するため各開口部220に整列する。第一カラー・スペーサ230a'、第二カラー・スペーサ230b'、第三カラー・スペーサ230c'はブラック・マトリックス210の部分に積み重ねてカラー・スペーサ240を形成する。工程は以下のように説明される。

【0035】第一カラー・ホトレジスト層は第一基板200上に形成する。第一カラー・ホトレジスト層は開口部220の部分の上に配される第一カラー・フィルタ・シート230aと、ブラック・マトリックス210の部分の上に配される第一カラー・スペーサ230a'を同時に形成するパターン形状にする。同様に、第二カラー・フィルタ層を第一基板200上に形成する。第二カラー・ホトレジスト層は開口部220の他の部分の上に配



れる第二カラー・フィルタ・シート230bと第一カラー・スペーサ230a'上に配される第二カラー・スペーサ230b'を同時に形成するパターン形状にする。最後に、第三カラー・フィルタ層を第一基板200上に形成する。第三カラー・ホトレジスト層は開口部220の残る部分上に配される第三カラー・フィルタ・シート230cと、第二カラー・スペーサ230b'上に配される第三カラー・スペーサ230c'を同時に形成するパターン形状にする。従って、第一カラー・スペーサ230a'、第二カラー・スペーサ230b'、第三カラー・スペーサ230c'は積重ねられてブラック・マトリックス210の一部上にカラー・スペーサ240を形成する。

【0036】図2Cにあって、ピクセル電極250はそれぞれカラー・フィルタ・シート230a、230b、230c上に形成する。ピクセル電極250の材料は例えば酸化インジウム錫である。ピクセル電極250の形成方法は以下のように各ステップを含む。パターンにある透明導電層をカラー・フィルタ層230とカラー・スペーサ240上に堆積させる。パターン形状にしたホトレジスト層をその導電層上に形成してカラー・フィルタ・シート230a、230b、230c上の導電層の一部を被覆する。その導電層の露出部分は除去してピクセル電極250を形成する。次いで、パターン形状にしたそのホトレジスト層を取り除く。導電層を除去する方法には例えば湿式エッチングがある。

【0037】図2Dにあって、共通電極270が第2基板280上に形成される。第2基板280の材料は例えばガラス又は石英である。共通電極270は透明であり材料は例えば酸化インジウム錫である。共通電極270の形成方法は例えばスパッタリングである。

【0038】第一基板200と第二基板280は互いに平行に組み立て、その間に共通電極270とスペーサ250を配する。第一基板200と第二基板280との間のセル・ギャップの側面は密封し、液晶注入のための開口部(図2Dには示さず)は密封せずに保留しておく。

【0039】液晶を側面開口部から第一基板200と第二基板280との間のセル・ギャップ内に注入して液晶層260を形成する。開口部は密封する。TFT-LCDの製造工程は完了する。

【0040】前文に説明した実施例2に従い、ブラック・マトリックス層とカラー・フィルタ層をTFT基板上に移してTFT(COT)構造上にカラー・フィルタを形成する。総ての正確な整列がTFT基板上で行われるため、第一基板と第二基板を組み付けるとき、整列が行われぬことに斟酌する必要はない。従って、COT構造は製品歩留まりを大幅に増大することができるが、その構造は第四世代又はそれ以上の世代の製造技法に適用できる。

【0041】実施例2において、カラー・フィルタ層と

カラー・スペーサは同時に形成され、それ故、スペーサを形成するステップを省略して製造コストを低減し、製品歩留まりを増大することができる。その上、カラー・スペーサをブラック・マトリックス層上に配し、開口比を最大にする。従って、LCDの輝度とコントラストを増強することができる。

【0042】実施例3

図3A～図3Bは本発明の好ましい第三実施例に従い薄膜トランジスタ液晶ディスプレイを形成する製造工程を概略的に解説する断面図である。ホトレジスト・スペーサが実施例2におけるカラー・スペーサの代わりに使用される。

【0043】図3Aにあって、ブラック・マトリックス層310を形成する工程は実施例2と同じである(図2Aの説明を参照する)。カラー・スペーサ240を図2Bに記載のブラック・マトリックス層210の部分に形成することを略くと、カラー・フィルタ層330を形成する工程は実施例2におけるカラー・フィルタ層230を形成する工程に基本的に類似する。それ故、図3Aではカラー・フィルタ・シート330a、330b、330cのみが形成される。

【0044】ホトレジスト層はカラー・フィルタ層330を被覆するよう形成する。そのホトレジスト層はスペーサ340を形成するパターン形状にする。スペーサ340をブラック・マトリックス310の部分上に配しLCDの開口比を最大にする。セル・ギャップを一定値に維持するには、スペーサ340の好ましい高さは1～10μmの範囲であり、スペーサ340の硬度は鉛筆硬度2H～4Hの範囲である。ホトレジストの材料は例えばJSR社から販売されているOPTMER NN500又はOPTMER NN700のようなアクリル樹脂又はエポキシ樹脂である。例えば、パターン形状化の方法はホトリソグラフィ又はエッチングが後続して行われる露光処理を含む。

【0045】図3Bにあって、後続の工程は実施例2と同じである。ピクセル電極350はカラー・フィルタ層330上に形成する。共通電極370は第二基板380上に形成する。第一基板300と第二基板380は互いに平行に結合し、その間に共通電極370とスペーサ340を配する。第一基板300と第二基板380との間のセル・ギャップの側面は密封し、液晶注入のための開口部(図3Bには示さず)は密封せずに保留しておく。

【0046】液晶を側面開口部から第一基板300と第二基板380との間のセル・ギャップ内に注入して液晶層360を形成する。開口部は密封する。TFT-LCDの製造プロセスは完了する。

【0047】前文に説明した実施例3に従い、ブラック・マトリックス層とカラー・フィルタ層をTFT基板上に移してTFT(COT)構造上にカラー・フィルタを形成する。総ての正確な整列がTFT基板上で行われるた

め、第一基板と第二基板を組み付けるとき、整列が行われぬことに斟酌する必要はない。従って、COT構造は製品歩留まりを大幅に増大することができるが、更に、その構造は第四世代又はそれ以上の世代の製造技法に適用できる。

【0048】その上、スペーサはホトレジストで構成され、それ故にスペーサの位置をブラック・マトリックス層上に限定してLCDの開口比を拡大し、このようにして、LCDの輝度とカラー・コントラストを増強することができる。

#### 【0049】実施例4

図4A～図4Dは本発明の好ましい第四実施例に従い薄型トランジスタ液晶ディスプレイを形成する製造工程を概略的に解説する断面図である。

【0050】図4Aにあって、ブラック・マトリックス層410はTFT回路を上面に備えた第一基板400上に形成する。ブラック・マトリックス層410はTFT各部とTFT回路の金属線路を被覆するパターン形状にし、その層に開口部420を形成する。各開口部420は1ピクセルに対応する。ブラック・マトリックス層410はクロミウム/酸化クロミウム、オキシ樹脂又はブラック樹脂のような材料である。ブラック・マトリックス層410は物理的な堆積又はパターン形状化が継続するコーティングのような方法によって形成する。

【0051】図4Bにあって、カラー・フィルタ層430はブラック・マトリックス層410上に形成する。カラー・フィルタ層430は様々なカラーのカラー・フィルタ・シートで構成する。各カラー・フィルタ・シートは隣り合うピクセル相互間のカラー・コントラストを増強するため各開口部420に整列する。

【0052】ピクセル電極440はそれぞれ各開口部420に整列するよう形成する。ピクセル電極440は透明である。ピクセル電極440の材料は例えば酸化インジウム錫（ITO）である。例えば、透明導電層をスパッタリング形成した後ホトリソグラフィを適用することでピクセル電極440が形成される。

【0053】図4Cにあって、共通電極470は第二基板480上に形成する。第二基板480の材料は例えばガラス又は石英である。共通電極470は透明であり、共通電極470の材料は例えば酸化インジウム錫である。共通電極470の形成方法は例えばエッチングが継続して行われるスパッタリング方式である。

【0054】ホトレジスト層は共通電極470を被覆するよう形成する。そのホトレジスト層はスペーサ450を形成するパターン形状にする。セル・ギャップを一定値に維持するには、スペーサ450の厚さは1～10μmの範囲にあることが好ましく、スペーサ450の硬度は2H～4H（鉛筆硬度）の範囲にあることが好ましい。ホトレジストの材料は例えばJSR社から販売されているOPTMER NN500又はOPTMER N

N700のようなアクリル樹脂又はエポキシ樹脂である。例えば、パターン形状化の方法はホトリソグラフィ又はエッチングが継続して行われる露光処理を含む。

【0055】図4Dにあって、第一基板400と第二基板480は互いに平行に組み立て、相互間にピクセル電極440とスペーサ450を配する。第一基板400と第二基板480との間のセル・ギャップの側面は密封し、液晶注入のための開口部（図4Dには示さず）は密封せずに保留しておく。

【0056】液晶を側面開口部から第一基板400と第二基板480との間のセル・ギャップ内に注入して液晶層460を形成する。開口部は密封する。TFT-LCDを製造する工程は完了する。

【0057】前文に説明した実施例4に従い、ブラック・マトリックス層とカラー・フィルタ層をTFT基板に移してTFT（COT）構造上にカラー・フィルタを形成する。総ての正確な整列がTFT基板上で行われるため、第一基板と第二基板を組み付けるとき、整列が行われぬことに斟酌する必要はない。従って、COT構造は製品歩留まりを大幅に増大することができるが、更に、その構造は第四世代又はそれ以上の世代の製造技法に適用できる。

【0058】実施例1では、第二基板に関わる製造ステップの数は第一基板の製造ステップ数より少ない。従って、スペーサを配する位置を実施例1の第一基板から本実施例の第二基板に移し、従って、第一基板に関わる製造ステップの数は減少する。同様に、製品歩留まりに付いての重荷は第一基板から第二基板に移行し、第一基板の製品歩留まりが増大する。更に、図4Bに記載の組み立てステップのプロセス・ウィンドウはより狭やかである。組み立てステップのプロセス・ウィンドウは約10～20μmの範囲である。しかし、第三世代LCDのプロセス・ウィンドウは僅かに約4～6μmの範囲である。従って、最終的な製品歩留まりはそれとも変わらぬか、あるいは増大さえる。

#### 【0059】実施例5

図5A～図5Cは本発明の好ましい第五実施例に従い薄型トランジスタ液晶ディスプレイを形成する製造工程を概略的に解説する断面図である。

【0060】図5Aにあって、ブラック・マトリックス層510はTFT回路を上面に備えた第一基板500上に形成する。ブラック・マトリックス層510はTFT各部とTFT回路の金属線路を被覆するパターン形状にし、その層に開口部520を形成する。各開口部520は1ピクセルに対応する。ブラック・マトリックス層510はブラック樹脂のような材料であり、その厚さは約0.1～6μmである。

【0061】図5Bにあって、共通電極570は第二基板上580上に形成する。第二基板580の材料は例えばガラス又は石英であることが好ましい。共通電極57

0は透明であり、共通電極570の材料は例えば酸化インジウム錫である。共通電極570の形成方法は例えばスパッタリング方式である。

【0062】ホトレジスト層は共通電極570を被覆するように形成する。そのホトレジスト層はスペーサ550を形成するようパターン形状にする。セル・ギャップを一定値に維持するには、スペーサ550の高さは1〜10 $\mu$ mの範囲にあることが好ましく、スペーサ550の硬度は2H〜4H（鉛筆硬度）の範囲にあることが好ましい。ホトレジストの材料は例えばJSR社から販売されているOPTIMER NN500又はOPTIMER NN700のようなアクリル樹脂又はエポキシ樹脂である。例えば、パターン形状化の方法はホトリソグラフィ又はエッチングが連続して行われる露光処理を含む。

【0063】図5Cにあって、第一基板500と第二基板580は互いに平行に組み立て、相互間に共通電極540とスペーサ550を配する。第一基板500と第二基板580との間のセル・ギャップの側面は密封し、液晶注入のための開口部（図5Cには示さず）は密封せずに保留しておく。

【0064】液晶を側面開口部から第一基板500と第二基板580との間のセル・ギャップ内に注入して液晶層560を形成する。開口部は密封する。TFT-LCの製造工程は完了する。

【0065】前文に説明した実施例5に従い、ブラック・マトリックス層とカラー・フィルタ層をTFT基板上に移してTFT（OFT）構造上にカラー・フィルタを形成する。総ての正確な整列がTFT基板上で行われるため、第一基板と第二基板を組み付けるとき、整列が行われぬことに斟酌する必要はない。従って、OFT構造は製品歩留まりを大幅に増大することができるが、更に、その構造は第四世代又はそれ以上の世代の製造技法に適用できる。

【0066】その上、ホトレジスト・スペーサを配する位置も実施例4におけるように第一基板から第二基板に移し、第一基板の製品歩留まりに関わる重荷を軽減す

る。組み立てステップのプロセス・ウインドフは約10〜20 $\mu$ mの範囲である。しかし、第3〜5世代LCDのプロセス・ウインドフは僅かに約4〜5 $\mu$ mの範囲である。従って、最終的な製品歩留まりはそれでも変わらぬか、あるいは増大さえする。

【0067】本発明の範囲又は精神から逸脱することなく本発明の構造に様々な修正と変更を加え得ることは当該技術に精通した者にとっては明らかであろう。前文に鑑み、本発明はこれに対する修正と変更が前述の請求項と、それに同等なものとの範囲内にあることを条件にそのような修正と変更を網羅しようとするものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】これらは本発明の好ましい第一実施例に従い薄膜トランジスタ液晶ディスプレイを形成する製造工程を概略的に解説する断面図である。

【図2】これらは本発明の好ましい第二実施例に従い薄膜トランジスタ液晶ディスプレイを形成する製造工程を概略的に解説する断面図である。

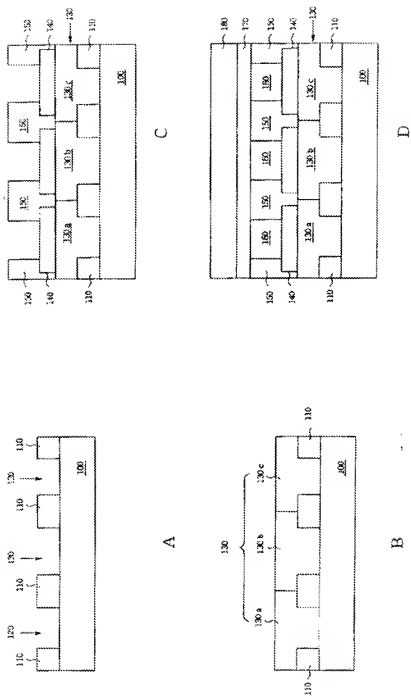
【図3】これらは本発明の好ましい第三実施例に従い薄膜トランジスタ液晶ディスプレイを形成する製造工程を概略的に解説する断面図である。

【図4】これらは本発明の好ましい第四実施例に従い薄膜トランジスタ液晶ディスプレイを形成する製造工程を概略的に解説する断面図である。

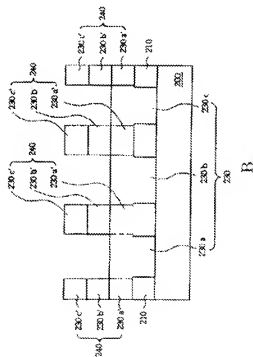
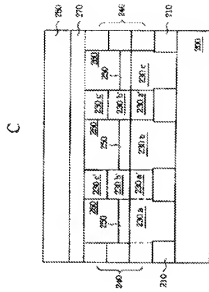
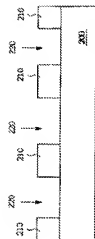
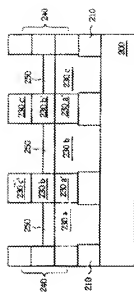
【図5】これらは本発明の好ましい第五実施例に従い薄膜トランジスタ液晶ディスプレイを形成する製造工程を概略的に解説する断面図である。

【符号の説明】

- 100. 第一基板
- 110. ブラック・マトリックス層
- 120. 開口部
- 130. カラー・フィルタ層
- 140. ビクセル電極
- 150. スペーサ
- 160. 液晶層
- 180. 第二基板。

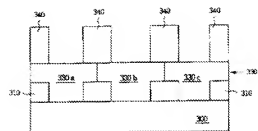


【図1】

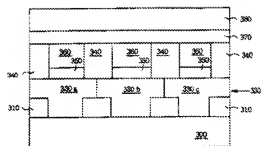


【圖2】

【図3】

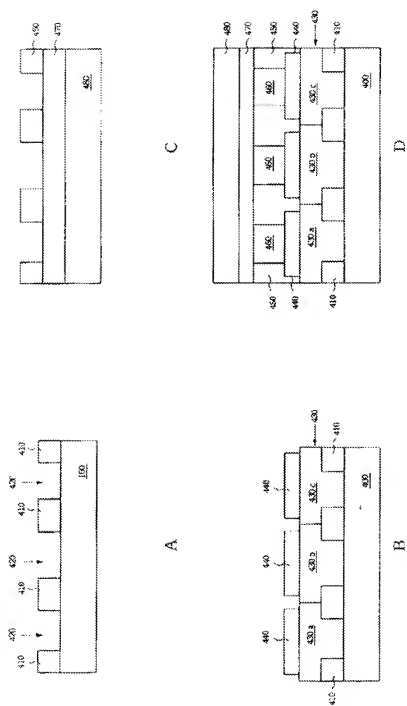


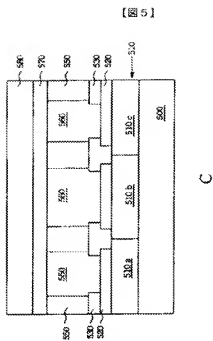
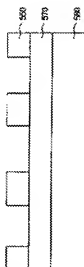
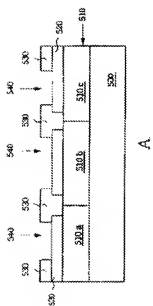
A



B

【図4】







フロントページの続き

Fターム(参考) 2H048 BA11 BA45 BA48 BB01 BB02  
BB03 BB08 BB44  
2H089 LA16 MA03X NA14 PA06  
QA12 QA14  
2H091 FA02Y FA35Y GA03 GA08  
5C094 AA06 AA08 AA42 AA43 AA44  
BA03 BA43 EA05 EA07 EB02  
ED02 HA08

1 Title of Invention

LIQUID CRYSTAL DISPLAY STRUCTURES AND METHODS OF  
FORMING THE SAME

2 Claims

1. A liquid crystal display, comprising:

a black matrix layer on a first substrate having a control circuit thereon, and a plurality of openings in the black matrix layer to expose the first substrate;

a color filter layer on the black matrix layer, which is composed of a plurality of color filter sheets respectively aligning with each opening;

a pixel electrode layer on the color filter sheets, which is composed of a plurality of pixel electrodes respectively aligning with each color filter sheet;

a plurality of photoresist spacers on the pixel electrode layer, which are located on portions of areas covered by the black matrix layer;

a liquid crystal layer on the pixel electrode layer, which fill space among the photoresist spacers;

a common electrode on the liquid crystal layer and the photoresist spacers; and

a second substrate on the common electrode.

2. The liquid crystal display of Claim 1, wherein a color of the color filter sheets is red, green or blue

3. The liquid crystal display of Claim 1, wherein a material of the pixel electrodes comprises indium tin oxide.

4. The liquid crystal display of Claim 1, wherein a material of the common electrode comprises indium tin oxide.

5. The liquid crystal display of Claim 1, wherein a hardness of the photoresist spacers is about 2H to about 4H.

6. The liquid crystal display of Claim 1, wherein a height of the photoresist spacers is about 1 to about 10  $\mu\text{m}$ .

7. The liquid crystal display of Claim 1, wherein a material of the photoresist spacer comprises acrylic resin.

8. The liquid crystal display of Claim 1, wherein a material of the photoresist spacer comprises epoxy-resin.

9. A method of forming a liquid crystal, the method comprises:

forming a black matrix layer on a first substrate having a control circuit thereon;

forming a plurality of openings in the black matrix layer to expose the first substrate;

forming a color filter layer on the black matrix layer;

forming a plurality of pixel electrodes on the color filter to respectively align with each of the openings;

forming a plurality of photoresist spacers on the first substrate to be located on portions of areas covered by the black matrix,

parallel assembling the first substrate and a second substrate having a common electrode thereon, wherein the photoresist spacers and the common electrode are between the first substrate and the second substrate; and

forming a liquid crystal layer between the first substrate and the second substrate.

10. The method of Claim 9, wherein a method of forming the photoresist spacers comprises:

forming a photoresist layer covering the pixel electrodes; and  
patterning the photoresist layer to form the photoresist spacers.

11. The method of Claim 10, wherein the patterning method comprises exposure-developing.

12. The method of Claim 10, wherein the patterning method comprises exposure-etching.

13. The method of Claim 9, wherein a hardness of a material used to form the photoresist spacers is about 2H to about 4H.

14. The method of Claim 9, wherein a height of the photoresist spacers is about 1 to about 10  $\mu\text{m}$ .

15. The method of Claim 9, wherein a material used to form the photoresist spacers comprises acrylic resin.

16. The method of Claim 9, wherein a material used to form the photoresist spacers comprises epoxy-resin.

17. A method of forming a liquid crystal display, the method comprising:  
forming a black matrix layer on a first substrate having a control circuit thereon;  
forming a plurality of openings in the black matrix layer to expose the first substrate;  
forming a color filter layer on the black matrix layer;  
forming a plurality of pixel electrodes on the color filter layer to respectively align with each of the openings;  
forming a plurality of photoresist spacers on a second substrate having a common electrode thereon;  
parallel assembling the first substrate and the second substrate, wherein the photoresist spacers and the pixel electrodes are between the first substrate and the second substrate; and  
forming a liquid crystal layer between the first substrate and the second substrate.

18. The method of Claim 17, wherein a method of forming the photoresist spacers comprises:  
forming a photoresist layer covering the common electrode; and  
patterning the photoresist layer to form the photoresist spacers

19. The method of Claim 18, wherein the patterning method comprises exposure-developing.

20. The method of Claim 18, wherein the patterning method comprises exposure-etching.

21. The method of Claim 17, wherein a hardness of a material used to form the photoresist spacers is about 2H to about 4H.

22. The method of Claim 17, wherein a height of the photoresist spacers is about 1 to about 10  $\mu\text{m}$ .

23. The method of Claim 17, wherein a material used to form the photoresist spacers comprises acrylic resin.

24. The method of Claim 17, wherein a material used to form the photoresist spacers comprises epoxy-resin.

25. A liquid crystal display, comprising:  
a first substrate having a control circuit thereon;  
a black matrix layer on the first substrate, and a plurality of openings located therein;  
a color filter layer on the black matrix layer, which is composed of a plurality of color filter sheets respectively aligning with each opening;

a plurality of photoresist spacers on the color filter, which are located on portions of areas covered by the black matrix;

a plurality of pixel electrodes respectively on each of the color filter sheets, of which a height is lower than a height of the photoresist spacers;

a liquid crystal layer on the pixel electrodes, which fill space among the photoresist spacers;

a common electrode on the liquid crystal layer and the photoresist spacers; and

a second substrate on the common electrode.

26. The liquid crystal display of Claim 25, wherein a color of the color filter sheets is red, green or blue.

27. The liquid crystal display of Claim 25, wherein a material of the pixel electrodes comprises indium tin oxide.

28. The liquid crystal display of Claim 25, wherein a material of the common electrode comprises indium tin oxide.

29. The method of Claim 25, wherein a hardness of a material used to form the photoresist spacers is about 2H to about 4H.

30. The liquid crystal display of Claim 25, wherein a height of the photoresist spacers is about 1 to about 10  $\mu\text{m}$ .

31. The liquid crystal display of Claim 25, wherein a material of the photoresist spacers comprises acrylic resin.

32. The liquid crystal display of Claim 25, wherein a material of the photoresist spacers comprises epoxy-resin.

33. The liquid crystal display of Claim 25, wherein the photoresist spacers comprise color photoresist spacers.

34. The liquid crystal display of Claim 25, wherein the photoresist spacers are composed of a plurality of stacked color photoresist.

35. A method of forming a liquid crystal display, comprising:  
forming a black matrix layer on a first substrate having a control circuit thereon;  
forming a plurality of openings in the black matrix layer to expose the first substrate;  
forming a color filter layer on the black matrix layer;  
forming a plurality of photoresist spacers on portions of areas covered by the black matrix layer;  
forming a plurality of pixel electrodes on the color filter layer to respectively align with each of the openings;  
parallel assembling the first substrate and a second substrate having a common electrode thereon, wherein the photoresist spacers and the common electrode are between the first substrate and the second substrate; and



forming a liquid crystal layer between the first substrate and the second substrate.

36. The method of Claim 35, wherein a method of forming the photoresist spacers comprises:

forming a photoresist layer covering the color filter layer; and  
patterning the photoresist layer to form the photoresist spacers.

37. The method of Claim 36, wherein the patterning method comprises exposure-developing.

38. The method of Claim 36, wherein the patterning method comprises exposure-etching.

39. The method of Claim 35, wherein a hardness of a material used to form the photoresist spacers is about 2H to about 4H.

40. The method of Claim 35, wherein a height of the photoresist spacers is about 1 to about 10  $\mu\text{m}$ .

41. The method of Claim 35, wherein a method of forming the pixel electrodes comprising:

forming a transparent conductive layer on the color filter layer and the photoresist spacers, and

removing portions of the transparent conductive layer on the photoresist spacers.

42. The method of Claim 41, wherein the removal method comprises photolithography-etching.

43. A method of forming a liquid crystal display, comprising:

forming a black matrix layer on a first substrate having a control circuit thereon;

forming a plurality of first, second and third openings in the black matrix layer to expose the first substrate;

forming a first color photoresist on the first substrate;

patterning the first color photoresist to form a plurality of first filter sheets respectively aligning with each of the first openings and a plurality of first spacers located on portions of areas covered by the black matrix,

forming a second color photoresist on the first substrate;

patterning the second color photoresist to form a plurality of second filter sheets respectively aligning with each of the second openings and a plurality of second spacers respectively stacking on the first spacers;

forming a third color photoresist on the first substrate;

patterning the third color photoresist to form a plurality of third filter sheets respectively aligning with each of the third openings and a plurality of third spacers respectively stacking on the second spacers;

forming a plurality of pixel electrodes respectively on the first, second and third filter sheets;

parallel assembling the first substrate and a second substrate having a common electrode thereon, wherein the photoresist spacers and the common electrode are between the first substrate and the second substrate; and

forming a liquid crystal layer between the first substrate and the second substrate.

44. The method of Claim 43, wherein a method of forming the pixel electrodes comprising:

forming a transparent conductive layer on the first, second and third filter sheets and the third spacers; and

removing portions of the transparent conductive layer on the third spacers

45. The method of Claim 44, wherein the removal method comprises photolithography-etching

46. A liquid crystal display, comprising:

a first substrate having a control circuit thereon;

a color filter layers on the first substrate, which are composed of a plurality of color filter sheets;

a plurality of pixel electrodes respectively aligning with each of the color filter sheets;

a black matrix layer on the pixel electrodes, which are located around the pixel electrodes;

a plurality of photoresist spacers on portions of the black matrix layer;

a liquid crystal layer on the pixel electrodes and the black matrix layer, which fill space among the photoresist spacers;

a common electrode on the liquid crystal layer and the photoresist spacers; and

a second substrate on the common electrode.

47. The liquid crystal display of Claim 46, wherein a color of the color filter sheets is red, green or blue.

48. The liquid crystal display of Claim 46, wherein a material of the pixel electrodes comprises indium tin oxide.

49. The liquid crystal display of Claim 46, wherein a material of the common electrode comprises indium tin oxide.

50. The liquid crystal display of Claim 46, wherein a hardness of the photoresist spacers is about 2H to about 4H.

51. The liquid crystal display of Claim 46, wherein a height of the photoresist spacers is about 1 to about 10  $\mu\text{m}$ .

52. The liquid crystal display of Claim 46, wherein a material of the photoresist spacer comprises acrylic resin.

53. The liquid crystal display of Claim 46, wherein a material of the photoresist spacer comprises epoxy-resin.

54. The liquid crystal display of Claim 46, wherein a height of the black matrix is about 0.1 to 5  $\mu\text{m}$ .

55. A method of forming a liquid crystal display, comprising:

forming a color filter layer on a first substrate having a control circuit thereon, which is composed of a plurality of color filter sheets;

forming a plurality of pixel electrodes on the color filter sheets, which respectively align with each of the color filter sheets;

forming a black matrix layer on the pixel electrodes, which are located around the pixel electrodes;

forming a plurality of photoresist spacers on a second substrate having a common electrode thereon;

parallel assembling the first substrate and the second substrate, wherein the photoresist spacers and the black matrix are between the first substrate and the second substrate and are aligned with each other; and

forming a liquid crystal layer between the first substrate and the second substrate.

56. The method of Claim 55, wherein method of forming the photoresist spacers comprises:

forming a photoresist layer covering the common electrode; and

patterning the photoresist layer to form the photoresist spacers.

57. The method of Claim 56, wherein the patterning method comprises exposure-developing.

58. The method of Claim 56, wherein the patterning method comprises exposure-etching.

59. The method of Claim 55, wherein a hardness of a material used to form the photoresist spacers is about 2H to about 4H.

60. The method of Claim 55, wherein a height of the photoresist spacers is about 1 to about 10  $\mu\text{m}$ .

61. The liquid crystal display of Claim 55, wherein a material used to form the photoresist spacer comprises acrylic resin.

62. The liquid crystal display of Claim 55, wherein a material used to form the photoresist spacer comprises epoxy-resin.

63. The liquid crystal display of Claim 55, wherein a height of the black matrix is about 0.1 to 6  $\mu\text{m}$ .

### 3 Detailed Description of Invention

## BACKGROUND OF THE INVENTION

### Field of Invention

The present invention relates to liquid crystal display (LCD) structures and methods of forming them. More particularly, the present invention relates to LCD structures of integrating a black matrix and a color filter into a substrate having a control circuit thereon and methods of forming the same.

### Description of Related Art

Liquid crystal display (LCD) has many advantages over other conventional types of displays including high picture quality, small volume occupation, lightweight, low voltage driven and low power consumption. Hence, LCD is widely used in small portable televisions, mobile telephones, video recording units, notebook computers, desktop monitors, projector televisions and so on. LCD gradually replaces conventional cathode ray tube (CRT) as a mainstream display unit.

The main part of LCD is liquid crystal (LC) unit composed of two parallel transparent substrates and LC sealed therein. The mainstream of the LCD is thin film transistor (TFT) LCD. The fabrication processes of a TFT-LCD can be divided into four parts: TFT array process, color filter (CF) process, LC cell assembly process, liquid crystal module (LCM) process.

The TFT array process is used to fabricate a TFT substrate. Each TFT respectively aligns with one pixel electrode. The CF process is used to fabricate color

filter substrate. A color filter layer composed of different color filter sheet is on the color filter substrate, and a black matrix layer surrounds each color filter sheet.

The LC cell assembly process is used to parallel assemble TFT substrate and CF substrate, and bead spacers spread between them to maintain a fixed distance, i.e. cell gap, between TFT substrate and CF substrate. LC is injected into the cell gap then the injection opening is sealed. Basically, each pixel electrode is respectively corresponding to one color filter sheet, and the black matrix layer covers on TFTs and metal lines that connect different TFT.

The LCM process is used to attach a polarizer to a panel, and electrically connect driver IC and panel circuit. Then a reflector and a back-light are assembled on the panel. After a burn-in step, the LCM process is finished.

Generally speaking, the direction of liquid crystal molecule axes, which are controlled by TFT, determines whether each pixel is pervious to light or not. The color of each pixel is determined by the color of color filter sheet. For example, when light passes through a red color filter sheet, a red spot is shown on the panel. Mixing red, green and blue colors can show full-color images.

Since the molecular axes of liquid crystal molecules, which are between pixel electrodes and color filter sheets, have to be controlled precisely, the color filter and the TFT substrate must be aligned precisely. The tolerable error of alignment is only within several micron meters.

The heat coefficients of color filter substrate and TFT substrate are different, hence the precise alignment of pixel electrodes and color filter sheets is hard to achieve. Decreasing the product yield and increasing the production cost are caused by this problem. With growing size of substrates, the problem is getting serious. Therefore,



light leakage and coin mura on panel is produced. But for increasing the size of black matrix to increase the alignment precision, the color contrast and brightness of LCD is decreased.

Another problem is the random distribution of bead spacers. The bead spacers may block some of the pixel area. Hence the aperture ratio of LCD is decreased. For smaller pixel area or for high-resolution panel, the problem is more serious.

## SUMMARY OF THE INVENTION

An object of the invention is to provide a liquid crystal display structure, wherein a black matrix and a color filter layer both are on a control circuit substrate and pixel electrodes are on the color filter layer to increase the alignment precision of the color filter layer and the pixel electrodes. Besides, photoresist spacers are used to replace the conventional bead spacers to increase the brightness and color contrast of a liquid crystal display.

The liquid crystal display structure comprises a first substrate having a control circuit on it, and a black matrix layer, a color filter layer, a pixel electrode layer, a plurality of photoresist spacers, a liquid crystal layer, a common electrode and a second substrate are in turn on it.

A plurality of openings are in the black matrix layer to expose the first substrate. The color filter layer is composed of a plurality of color filter sheets aligning with each opening. Each pixel electrode aligns with each color filter sheet. The photoresist spacers are located on portions of areas covered by the black matrix, and their hardness is preferred to be about 2H to about 4H and their height is preferred to be about 1 to

about 10  $\mu\text{m}$ . The photoresist spacers also can be composed of multi-layered color photoresist.

Another object of the invention is to provide methods of forming a liquid crystal display to increase alignment preciseness between color filter sheets and pixel electrodes, and photoresist spacers are used to replace conventional bead spacers.

Accordingly, in an embodiment, a black matrix layer is formed on a first substrate having a control circuit thereon. A plurality of openings are formed in the black matrix layer to expose the first substrate. A color filter layer is formed on the black matrix layer. A plurality of pixel electrodes are formed on the color filter to align with each of the openings. A plurality of photoresist spacers are formed on the first substrate to be located on portions of areas covered by the black matrix. The first substrate and a second substrate having a common electrode thereon are parallel assembled, wherein the photoresist spacers and the common electrode are between the first substrate and the second substrate. A liquid crystal layer is formed between the first substrate and the second substrate. The order of the step of forming the photoresist spacers and the step of the pixel electrodes can be exchanged.

In another embodiment, a black matrix layer is formed on a first substrate having a control circuit thereon. A plurality of openings are formed in the black matrix layer to expose the first substrate. A color filter layer is formed on the black matrix layer. A plurality of pixel electrodes are formed on the color filter layer to align with each of the openings. A plurality of photoresist spacers are formed on a second substrate having a common electrode thereon. The first substrate and the second substrate are parallel assembled, wherein the photoresist spacers and the pixel electrodes are between

the first substrate and the second substrate. A liquid crystal layer is formed between the first substrate and the second substrate.

A further object of this invention is to provide a method of forming a liquid crystal display, wherein multi-layered color photoresist are stacked to form photoresist spacers.

In this embodiment, a black matrix layer is formed on a first substrate having a control circuit thereon. A plurality of first, second and third openings are formed in the black matrix layer to expose the first substrate. A first color photoresist is formed on the first substrate. The first color photoresist is patterned to form a plurality of first filter sheets aligning with each of the first openings and a plurality of first spacers located on portions of areas covered by the black matrix. A second color photoresist is formed on the first substrate. The second color photoresist is patterned to form a plurality of second filter sheets aligning with each of the second openings and a plurality of second spacers overlapping with the first spacers. A third color photoresist is formed on the first substrate. The third color photoresist is patterned to form a plurality of third filter sheets aligning with each of the third openings and a plurality of third spacers overlapping with the second spacers. A plurality of pixel electrodes are respectively formed on the first, second and third filter sheets. The first substrate and a second substrate having a common electrode thereon are parallel assembled, wherein the photoresist spacers and the common electrode are between the first substrate and the second substrate. A liquid crystal layer is formed between the first substrate and the second substrate.

As embodied and broadly described herein, the invention provides liquid crystal structures and methods of forming the same, wherein the black matrix and the color

filter are moved from the color substrate to the control circuit substrate. Since the alignment preciseness is mostly controlled by photolithography, the alignment error can be greatly reduced to below micron meter. Moreover, the photoresist spacers are located on portions of areas covered by the black matrix, the brightness and the color contrast of the liquid crystal display can be highly raised. Beside, the color photoresist is also used to form spacers, the production cost can be largely reduced and the production yield can be largely promoted.

It is to be understood that both the foregoing general description and the following detailed description are exemplary, and are intended to provide further explanation of the invention as claimed.

#### DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

##### Embodiment 1

Figs. 1A ~ 1D are cross-sectional views schematically illustrating a fabrication process for forming a thin film transistor liquid crystal display according to a first preferred embodiment of this invention.

In Fig. 1A, a black matrix layer 110 is formed on a first substrate 100 having a TFT circuit thereon. The black matrix layer 110 is patterned to cover TFTs and metal lines of the TFT circuit and openings 120 are formed therein. Each opening 120 is corresponding to a pixel. The black matrix layer 110 is a material such as chromium/chromium oxide, oxy-resin or black resin. The black matrix layer 110 is formed by a method such as physical vapor deposition or coating followed by patterning.

In Fig. 1B, a color filter layer 130 is formed on the black matrix layer 110. The color filter layer 130 is composed of color filter sheets 130a, 130b and 130c of various colors. Each color filter sheet 130a, 130b and 130c aligns with each opening 120 to increase the color contrast between adjacent pixels.

In Fig. 1C, pixel electrodes 140 are formed to respectively align with each opening 120. Pixel electrodes 140 are transparent. For example, a material of pixel electrodes 140 is indium tin oxide (ITO). For example, sputtering a transparent conductive layer then followed by photolithography forms the pixel electrodes 140.

A photoresist layer is formed to cover pixel electrodes 140. The photoresist layer is patterned to form spacers 150 on portions of black matrix 110 to maximize the aperture ratio. The height of spacers 150 is preferred to be  $1 \sim 10 \mu\text{m}$ , and the hardness of spacers 150 is preferred to be  $2H \sim 4H$  to maintain a constant value of the cell gap. A material of the photoresist layer is, for example, acrylic resin or epoxy-resin such as OPTMER NN 500 or OPTMER NN700 sold by JSR Company. For example, the patterning method comprises photolithography or exposure followed by etching.

In Fig. 1D, a common electrode 170 is formed on a second substrate 180. A material of the second substrate 180 is, for example, glass or quartz. The common electrode 170 is transparent, and a material of the common electrode 170 is, for example, indium tin oxide. The formation method of the common electrode 170 is, for example, sputtering followed by etching.

The first substrate 100 and the second substrate 180 are parallel assembled together, and the common electrode 170 and the spacers 150 are located between them. The lateral side of the cell gap between the first substrate 100 and the second substrate

180 is sealed except reserving an opening (not shown in the Fig. 1D) for liquid crystal injecting.

Liquid crystal is injected into the cell gap from the lateral opening to form a liquid crystal layer 160. The opening is sealed. The process of manufacturing TFT-LCD is completed.

From embodiment 1 described above, the black matrix and the color filter layer are moved to TFT substrate to form a color filter on TFT (COT) structure. Because all precise alignments are done on the TFT substrate, no alignment considerations are needed when the first substrate and the second substrate are assembled. Hence the COT structure can largely increase the production yield; moreover, it can be applied on the production techniques of fourth generation or above.

Besides, the spacers are composed of photoresist, hence the position of spacers can be defined on black matrix to increase the aperture ratio of LCD and thus the brightness and color contrast of LCD.

#### Embodiment 2

Figs. 2A ~ 2D are cross-sectional views schematically illustrating a fabrication process for forming a thin film transistor liquid crystal display according to a second preferred embodiment of this invention.

In Fig. 2A, a black matrix layer 210 is formed on a first substrate 200 having a TFT circuit thereon. The black matrix layer 210 is patterned to cover TFTs and metal lines of the TFT circuit and openings 220 are formed therein. Each opening 220 is corresponding to a pixel. The black matrix layer 210 is a material such as chromium/chromium oxide, oxy-resin or black resin. The black matrix layer 210 is

formed by a method such as physical vapor deposition or coating then followed by patterning.

In Fig. 2B, a color filter layer 230 is formed on the black matrix layer 210. The color filter layer 230 is composed of color filter sheets 230a, 230b and 230c of various colors such as red, green and blue for full-colors LCD. Each color filter sheet 230a, 230b and 230c aligns with each opening 220 to increase the color contrast between adjacent pixel. First color spacers 230a', second color spacers 230b' and third color spacers 230c' are stacked on portions of black matrix 210 to form color spacers 240. The process is described as below.

A first color photoresist layer is formed on the first substrate 200. The first color photoresist layer is patterned to simultaneously form first color filter sheets 230a located on portions of openings 220 and first color spacers 230a' on portions of the black matrix 210. Similarly, a second color filter layer is formed on the first substrate 200. The second color photoresist layer is patterned to simultaneously form second color filter sheets 230b located on another portions of openings 220 and second color spacers 230b' on first color spacers 230a'. Finally, a third color filter layer is formed on the first substrate 200. The third color photoresist layer is patterned to simultaneously form third color filter sheets 230c located on rest of openings 220 and third color spacers 230c' on second color spacers 230b'. Hence the first color spacers 230a', the second color spacers 230b' and the third color spacers 230c' are stacked to form the color spacers 240 on portions of black matrix 210.

In Fig. 2C, pixel electrodes 250 are respectively formed on color filter sheets 230a, 230b and 230c. A material of pixel electrodes 250 is, for example, indium tin oxide. A formation method of pixel electrodes 250 comprises steps as follow. A

conformal transparent conductive layer is deposited on the color filter layer 320 and color spacers 240. A patterned photoresist layer is formed on the conductive layer to cover portions of conductive layer on color filter sheets 230a, 230b and 230c. The exposed portions of the conductive layer are removed to form pixel electrodes 250. The patterned photoresist layer is subsequently removed. A removal method of the conductive layer is, for example, wet etching.

In Fig. 2D, a common electrode 270 is formed on a second substrate 280. A material of the second substrate 280 is, for example, glass or quartz. The common electrode 270 is transparent, and a material of the common electrode 270 is, for example, indium tin oxide. The formation method of the common electrode 270 is, for example, sputtering.

The first substrate 200 and the second substrate 280 are parallel assembled together, and the common electrode 270 and the spacers 250 are located between them. The lateral side of the cell gap between the first substrate 200 and the second substrate 280 is sealed except reserving an opening (not shown in the Fig. 2D) for liquid crystal injecting.

Liquid crystal is injected into the cell gap between the first substrate 200 and the second substrate 280 from the lateral opening to form a liquid crystal layer 260. The opening is sealed. The process of manufacturing TFT-LCD is completed.

From embodiment 2 described above, the black matrix and the color filter layer are moved to TFT substrate to form a color filter on TFT (COT) structure. Because all precise alignments are done on the TFT substrate, no alignment considerations are needed when the first substrate and the second substrate are assembled. Hence the



COT structure can largely increase the production yield; moreover, it can be applied on the production techniques of fourth generation or above.

In Embodiment 2, the color filter layer and color spacers are simultaneously formed, hence the step of forming spacers can be omitted to reduce production cost and increase production yield. Besides, the color spacers are located on black matrix to maximize the aperture ratio. Therefore, the brightness and contrast of LCD can be largely increased.

### Embodiment 3

Figs. 3A ~ 3B are cross-sectional views schematically illustrating a fabrication process for forming a thin film transistor liquid crystal display according to a third preferred embodiment of this invention. Photoresist spacers here replace the color spacers in embodiment 2.

In Fig. 3A, the process of forming a black matrix layer 310 is as same as Embodiment 2 (Please refer to the illustration of Fig. 2A). Without forming color spacers 240 on portions of the black matrix layer 210 in Fig. 2B, the process of forming a color filter layer 330 is basically similar to the process of forming the color filter layer 230 in Embodiment 2. Hence only color filter sheets 330a, 330b and 330c are formed in Fig. 3A.

A photoresist layer is formed to cover the color filter layer 330. The photoresist layer is patterned to form spacers 340. Spacers 340 are located on portions of black matrix 310 to maximize the aperture ratio of LCD. The preferred height of spacers 340 is 1 ~ 10  $\mu\text{m}$ , and a preferred hardness of spacers 340 is 2H ~ 4H in pencil hardness to maintain a constant value of cell gap. A material of the photoresist is, for example,

acrylic resin or epoxy resin such as OPTMER NN 500 or OPTMER NN700 sold by JSR Company. For example, the patterning method comprises photolithography or exposure followed by etching.

In Fig. 3B, the subsequent process is as same as Embodiment 2. Pixel electrodes 350 are formed on the color filter layer 330. A common electrode 370 is formed on a second substrate 380. The first substrate 300 and the second substrate 380 are parallel bound together, and the common electrode 370 and the spacers 340 are located between them. The lateral side of the cell gap between the first substrate 300 and the second substrate 380 is sealed except reserving an opening (not shown in the Fig. 3B) for liquid crystal injecting.

Liquid crystal is injected into the cell gap between the first substrate 300 and the second substrate 380 from the lateral opening to form a liquid crystal layer 360. The opening is sealed. The process of manufacturing TFT-LCD is completed.

From embodiment 3 described above, the black matrix layer and the color filter layer are moved to TFT substrate to form a color filter on TFT (COT) structure. Because all precise alignments are done on the TFT substrate, no alignment considerations are needed when the first substrate and the second substrate are assembled. Hence the COT structure can largely increase the product yield, moreover, it can be applied on the production techniques of fourth generation or above.

Besides, the spacers are composed of photoresist, hence the position of spacers can be defined on the black matrix layer to increase the aperture ratio of LCD and thus the brightness and color contrast of LCD.

#### Embodiment 4

Figs. 4A - 4D are cross-sectional views schematically illustrating a fabrication process for forming a thin film transistor liquid crystal display according to a fourth preferred embodiment of this invention.

In Fig. 4A, a black matrix layer 410 is formed on a first substrate 400 having a TFT circuit thereon. The black matrix layer 410 is patterned to cover TFTs and metal lines of the TFT circuit and openings 420 are formed therein. Each opening 420 is corresponding to a pixel. The black matrix layer 410 is a material such as chromium/chromium oxide, oxy-resin or black resin. The black matrix layer 410 is formed by a method such as physical vapor deposition or coating then followed by patterning.

In Fig. 4B, a color filter layer 430 is formed on the black matrix layer 410. The color filter layer 430 is composed of color filter sheets 430a, 430b and 430c of various colors. Each color filter sheet 430a, 430b and 430c aligns with each opening 420 to increase the color contrast between adjacent pixels.

Pixel electrodes 440 are formed to align with each opening 420 respectively. Pixel electrodes 440 are transparent. For example, a material of pixel electrodes 440 is indium tin oxide (ITO). For example, sputtering a transparent conductive layer then followed by photolithography forms the pixel electrodes 440.

In Fig. 4C, a common electrode 470 is formed on a second substrate 480. A material of the second substrate 480 is, for example, glass or quartz. The common electrode 470 is transparent, and a material of the common electrode 470 is, for example, indium tin oxide. The formation method of the common electrode 470 is, for example, sputtering.

A photoresist layer is formed to cover common electrode 470. The photoresist layer is patterned to form spacers 450. The height of spacers 450 is preferred to be 1 ~ 10  $\mu\text{m}$ , and the hardness of spacers 450 is preferred to be 2H ~ 4H (pencil hardness) to maintain a constant value of the cell gap. A material of the photoresist is, for example, acrylic resin or epoxy resin such as OPTMER NN 500 or OPTMER NN700 sold by JSR Company. For example, the patterning method comprises photolithography or exposure followed by etching.

In Fig. 4D, the first substrate 400 and the second substrate 480 are parallel bound together, and the pixel electrodes 440 and the spacers 450 are located between them. The lateral side of the cell gap between the first substrate 400 and the second substrate 480 is sealed except reserving an opening (not shown in the Fig. 4D) for liquid crystal injecting.

Liquid crystal is injected into the cell gap between the first substrate 400 and the second substrate 480 from the lateral opening to form a liquid crystal layer 460. The opening is sealed. The process of manufacturing TFT-LCD is completed.

From embodiment 4 described above, the black matrix and the color filter layer are moved to TFT substrate to form a color filter on TFT (COT) structure. Because all precise alignments are done on the TFT substrate, no alignment considerations are needed when the first substrate and the second substrate are assembled. Hence the COT structure can largely increase the production yield; moreover, it can be applied on the production techniques of fourth generation or above.

In Embodiment 1, The fabrication steps number on the second substrate is less than the fabrication steps number on the first substrate. Hence the locations of spacers are moved from the first substrate in Embodiment 1 to the second substrate in this

Embodiment, and the fabrication steps number on the first substrate is thus decreased. Also, the burden of production yield is transferred from the first substrate to the second substrate to increase the production yield of the first substrate. Besides, the process window of the assembly step in Fig. 4D is looser. The process window of the assembly step is about  $10 - 20 \mu\text{m}$ . However, the process window of the 3<sup>rd</sup> generation of LCD is only about  $4 - 5 \mu\text{m}$ . Therefore the final production yield is still remained or even increased.

#### Embodiment 5

Figs. 5A - 5C are cross-sectional views schematically illustrating a fabrication process for forming a thin film transistor liquid crystal display according to a fifth preferred embodiment of this invention

In Fig. 5A, a black matrix layer 510 is formed on a first substrate 500 having a TFT circuit thereon. The black matrix layer 510 is patterned to cover TFTs and metal lines of the TFT circuit and openings 520 are formed therein. Each opening 520 is corresponding to a pixel. The black matrix layer 510 is a material such as black resin, and its thickness is about  $0.1 - 6 \mu\text{m}$ .

In Fig. 5B, a common electrode 570 is formed on a second substrate 580. A material of the second substrate 580 is preferred to be, for example, glass or quartz. The common electrode 570 is transparent, and a material of the common electrode 570 is, for example, indium tin oxide. The formation method of the common electrode 570 is, for example, sputtering.

A photoresist layer is formed to cover the common electrode 570. The photoresist layer is patterned to form spacers 550. The height of spacers 550 is

preferred to be  $1 - 10 \mu\text{m}$ , and the hardness of spacers 550 is preferred to be  $2\text{H} - 4\text{H}$  (pencil hardness) to maintain a constant value of the cell gap. A material of the photoresist is, for example, acrylic resin or epoxy resin such as OPTMER NN 500 or OPTMER NN700 sold by JSR Company. For example, the patterning method comprises photolithography or exposure followed by etching.

In Fig. 5C, the first substrate 500 and the second substrate 580 are parallel assembled together, and the pixel electrodes 540 and the spacers 550 are located between them. The lateral side of the cell gap between the first substrate 500 and the second substrate 580 is sealed except reserving an opening (not shown in the Fig 5C) for liquid crystal injecting.

Liquid crystal is injected into the cell gap between the first substrate 500 and the second substrate 580 from the lateral opening to form a liquid crystal layer 560. The opening is sealed. The process of manufacturing TFT-LCD is completed.

From embodiment 5 described above, the black matrix and the color filter layer are moved to TFT substrate to form a color filter on TFT (COT) structure. Because all precise alignments are done on the TFT substrate, no alignment considerations are needed when the first substrate and the second substrate are assembled. Hence the COT structure can largely increase the production yield; moreover, it can be applied on the production techniques of fourth generation or above.

Besides, the locations of photoresist spacers are also moved from the first substrate to the second substrate as Embodiment 4 to reduce the production yield burden of the first substrate. The process window of the assembly step is about  $10 - 20 \mu\text{m}$ . However, the process window of the 3.5<sup>th</sup> generation of LCD is only about  $4 - 5 \mu\text{m}$ . Therefore the final production yield is still remained or even increased.

It will be apparent to those skilled in the art that various modifications and variations can be made to the structure of the present invention without departing from the scope or spirit of the invention. In view of the foregoing, it is intended that the present invention cover modifications and variations of this invention provided they fall within the scope of the following claims and their equivalents.

#### 4 Brief Description of Drawings

The accompanying drawings are included to provide a further understanding of the invention, and are incorporated in and constitute a part of this specification. The drawings illustrate embodiments of the invention and, together with the description, serve to explain the principles of the invention. In the drawings,

Figs. 1A - 1D are cross-sectional views schematically illustrating a fabrication process for forming a thin film transistor liquid crystal display according to a first preferred embodiment of this invention;

Figs. 2A - 2D are cross-sectional views schematically illustrating a fabrication process for forming a thin film transistor liquid crystal display according to a second preferred embodiment of this invention,

Figs. 3A - 3B are cross-sectional views schematically illustrating a fabrication process for forming a thin film transistor liquid crystal display according to a third preferred embodiment of this invention;

Figs. 4A - 4D are cross-sectional views schematically illustrating a fabrication process for forming a thin film transistor liquid crystal display according to a fourth preferred embodiment of this invention, and

Figs. 5A - 5C are cross-sectional views schematically illustrating a fabrication process for forming a thin film transistor liquid crystal display according to a fifth preferred embodiment of this invention

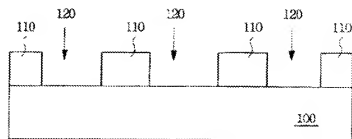


FIG. 1 A

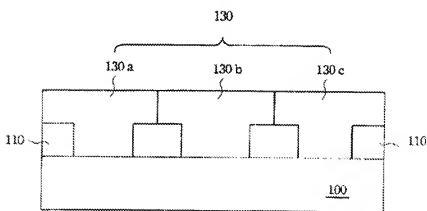


FIG. 1 B

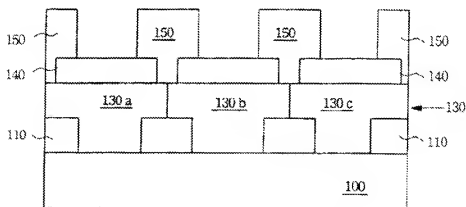


FIG. 1 C



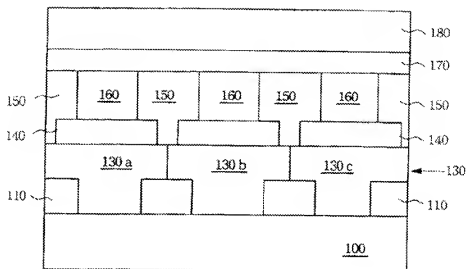


FIG. 1 D

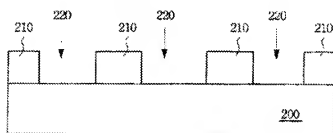


FIG. 2 A

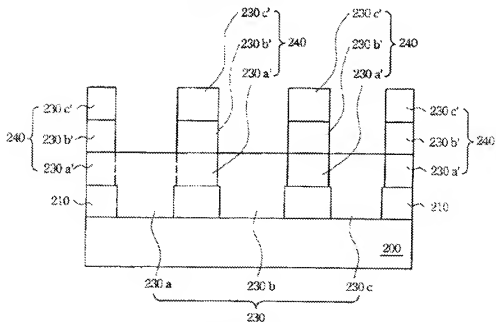


FIG. 2 B

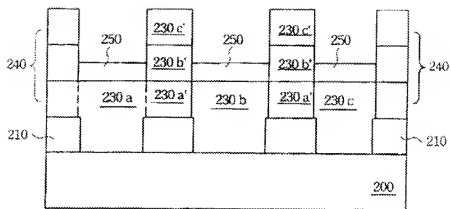


FIG. 2 C

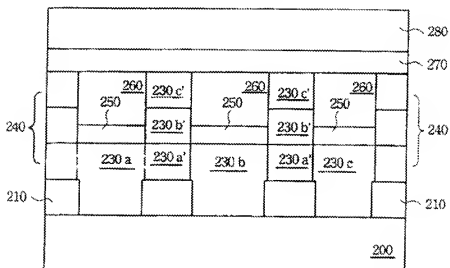


FIG. 2 D

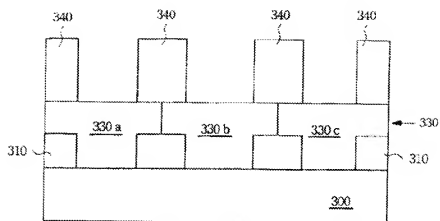


FIG. 3 A

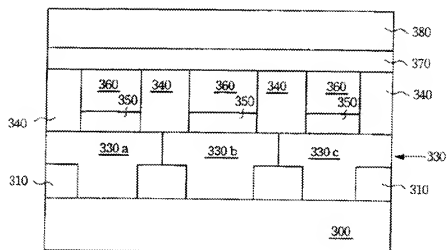


FIG. 3 B

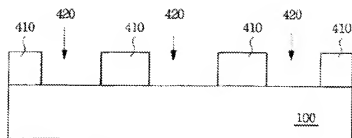


FIG. 4 A

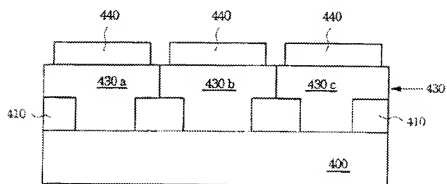


FIG. 4 B

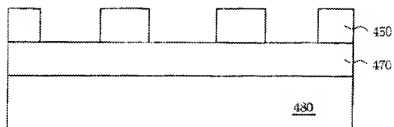


FIG. 4 C

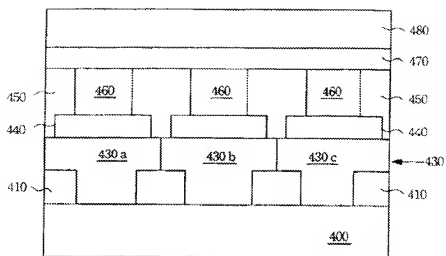


FIG. 4 D

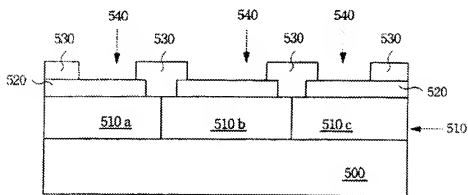


FIG. 5 A

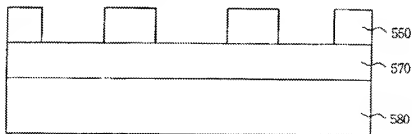


FIG. 5 B

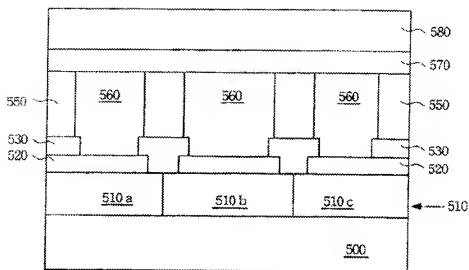


FIG. 5 C

# Abstract

Liquid crystal display (LCD) structures and methods for forming the same. The black matrix and the color filter layer of the LCD are moved from color filter substrate to TFT substrate to form a color filter on TFT (COT) structure. Besides, the spacers are composed of photoresist or color photoresist can be located on portions of areas covered by the black matrix to maximize the aperture ratio.

## 2 Representative Drawing Fig. 1